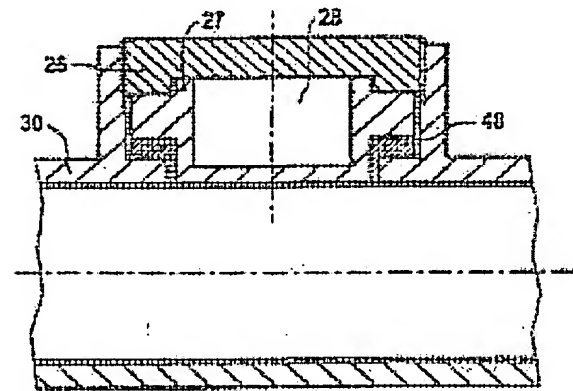
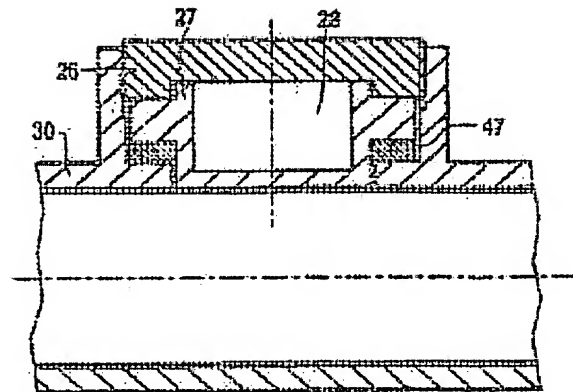


Abstract of DE 4443415 (A1)

A device for receiving an acoustic transducer (28) may be mounted on an opening of a wall (30) that delimits a measurement medium in order to acoustically couple the acoustic transducer (28) to the measurement medium. In order to acoustically uncouple the acoustic transducer (28) from the wall (30), the acoustic transducer (28) is mounted in a ceramic material (47) with an elasticity module lower than 50 GPa.

Undesirable structure-borne sound is thus satisfactorily attenuated and the acoustic transducer is well protected against chemicals. The device is preferably used in ultrasonic flowmeters. The invention has applications in ultrasonic flowmeters.





19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 44 43 415 A 1

51 Int. Cl.⁸:
G01 F 1/66

21 Aktenzeichen: P 44 43 415.4
22 Anmeldetag: 6. 12. 94
43 Offenlegungstag: 13. 6. 98

DE 44 43 415 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Bast, Ulrich, Dipl.-Ing. Dr., 81667 München, DE;
Cramer, Dieter, Dipl.-Ing. (FH), 83607 Holzkirchen,
DE; Himmelsbach, Thomas, Dipl.-Ing. (FH), 76137
Karlsruhe, DE; Rußwurm, Winfried, Dr.rer.nat., 93049
Regensburg, DE

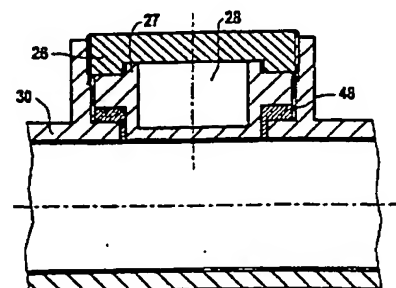
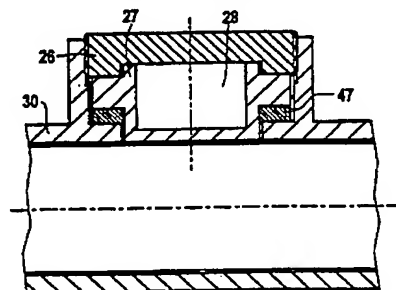
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 33 31 531 C2
DE 29 05 496 B2
DE 39 41 634 A1
DE 38 32 948 A1
DE 38 32 947 A1
WO 88 08 539 A1

JP 59-190621 A., In: Patents Abstracts of Japan,
P-340, March 8, 1985, Vol. 9, No. 54;

64 Vorrichtung zur Aufnahme eines Schallwandlers und Ultraschall-Durchflußmesser mit derselben

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufnahme eines Schallwandlers (28), die zur akustischen Kopplung des Schallwandlers (28) mit einem Meßmedium an einer Öffnung einer das Meßmedium begrenzenden Wandung (30) anbringbar ist und in welcher der Schallwandler (28) zur akustischen Entkopplung von der Wandung (30) in einem keramischen Material (47) gelagert ist, dessen Elastizitätsmodul weniger als 50 GPa beträgt. Dadurch wird eine gute Dämpfung des unerwünschten Körperschalls und eine gute Beständigkeit gegenüber Chemikalien erreicht. Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in Ultraschall-Durchflußmessern verwendbar.
Die Erfindung wird angewandt bei Ultraschall-Durchflußmessern.



DE 44 43 415 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufnahme eines Schallwandlers, die zur akustischen Kopplung des Schallwandlers mit einem Meßmedium an einer Öffnung einer das Meßmedium begrenzenden Wandung anbringbar ist, sowie einen Ultraschall-Durchflußmesser, der mit zumindest einer derartigen Vorrichtung versehen ist.

Ein Ultraschall-Durchflußmesser, der auf dem Ultraschall-Laufzeitdifferenz-Meßprinzip basiert, ist beispielsweise aus der EP-PS 0 521 855 bekannt. Er weist zwei Ultraschallquellen auf, die sich gegenseitig alternierend Schallpulse durch ein Meßmedium, das durch ein Meßrohr fließt, zuschicken. Die gemessenen Größen sind die Schalllaufzeiten stromaufwärts und stromabwärts. Die Differenz der Laufzeiten ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit. Durch Berücksichtigung der Geometrie des Meßrohrs wird der Volumenfluß berechnet, durch Integration über die Zeit das durchgeflossene Volumen. Über die Aufnahmevorrichtungen für die Ultraschallwandler, die als Ultraschallsender oder -empfänger an das Meßrohr angebracht sind, werden in dem obengenannten Dokument keine Angaben gemacht. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Schallwegführung durch das Meßmedium sind dagegen ausführlich beschrieben.

Schall pflanzt sich nicht nur im Meßmedium, sondern aufgrund einer Anregung der Meßrohrwandungen durch die Aufnahmevorrichtungen der Ultraschallwandler auch über die Meßrohrwandungen selbst fort. Dieser Effekt wird Körperschall oder "akustischer Kurzschluß" genannt. Da sich am Empfangswandler die Signalanteile von Körperschall und Nutzschaall überlagern, wird das Nutzsignal verfälscht und damit die Meßgenauigkeit drastisch verschlechtert. Schall breitet sich in typischen Meßrohrmaterialien wie Metallen und Sinterkeramiken wesentlich schneller aus ($2500 \text{ m/s} < c < 6000 \text{ m/s}$) als in Flüssigkeiten ($800 \text{ m/s} < c < 2000 \text{ m/s}$). Mehrmalige Reflexion des Körperschalls und die gute Schalleitfähigkeit der Meßrohrmaterialien bewirken, daß das Körperschallsignal den Empfangswandler auch zum Zeitpunkt des Nutzsignals mit nur geringfügig reduzierter Amplitude erreicht. Deshalb kann auch bei kurzen Sendeimpulsen der Nutzsignalanteil zeitlich nur schwer vom Körperschallanteil separiert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Aufnahme eines Schallwandlers zu schaffen, die an einer das Meßmedium begrenzenden Wandung anbringbar ist, eine körperschallarme Verbindung des Schallwandlers zur Wandung gewährleistet und weitgehend chemikalienbeständig ist. Zudem soll ein Ultraschall-Durchflußmesser mit einer derartigen Vorrichtung ausgestattet werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist die neue Vorrichtung die Merkmale des Anspruchs 1 auf. In den Ansprüchen 2 bis 9 sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben. In Anspruch 10 ist ein erfindungsgemäßer Ultraschall-Durchflußmesser beschrieben.

Keramiken, deren Elastizitätsmodul weniger als 50 GPa beträgt, eignen sich in besonderem Maße für die Dämpfung von Körperschall.

Plasmagespritzte Keramiken zeichnen sich durch eine relativ lockere Verzahnungsstruktur von fladenförmig deformierten Keramikeilchen aus. Das bedingt ein gegenüber konventioneller Sinterkeramik oder Metall wesentlich niedrigeres Elastizitätsmodul. Dadurch kann beispielsweise gegenüber Metall eine große Fehlanpas-

sung der Schallimpedanz erreicht werden. Die lockere Verzahnungsstruktur aufgrund der Änderung der Kristallitanordnung gegenüber Sinterkeramik behindert aufgrund der dadurch hervorgerufenen Reflexionen die Schallausbreitung und bewirkt gleichzeitig eine starke Absorption des Schalls. Durch Plasmaspritzen können prinzipiell alle keramischen Materialien verarbeitet werden, die in der Schmelzphase stabil sind. Vorteilhaft sind dies Al_2O_3 (Korund), Mullit oder ZrO_2 (Zirkondioxid) in reiner Form oder mit Zusätzen, beispielsweise Spinell; auch andere sind geeignet.

Im Sinterverfahren kann vorteilhaft die keramische Substanz Al_2TiO_5 (Aluminiumtitanat) hergestellt werden. Die Aluminiumtitanatkristallite weisen in den drei Hauptachsen stark unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Dies führt aufgrund mikroskopischer Spannungen zu Mikrorissen im Gefüge. Diese Mikrorisse sind unter anderem für ein niedriges Elastizitätsmodul verantwortlich. Zusätzlich behindern diese Risse die Schallausbreitung in der Keramik und sorgen daher für eine gute Schalldämpfung.

Aufgrund der Eigenschaften der obengenannten Keramiken, im folgenden zur Unterscheidung gegenüber den konventionellen, gesinterten auch besondere Keramiken genannt, können die folgenden Mechanismen zur Körperschalldämpfung angewendet werden:

a) Eine Reflexion durch Fehlanpassung der Schallimpedanz an den Materialübergängen Wandlerkopf/Keramik/Wandung des Meßrohrs wegen des im Vergleich zu konventionellen Sinterkeramiken und Metallen niedrigen Elastizitätsmoduls der besonderen Keramiken. Fehlanpassung bedeutet, daß Materialien stark unterschiedlicher Schallimpedanz aneinanderstoßen. Durch die Fehlanpassung wird an der Grenzfläche ein entsprechender Schallanteil reflektiert. Bei mehrfachem Übergang treten Mehrfachreflexionen auf. Das Elastizitätsmodul geht in die Berechnung der Schallimpedanz mit seiner Wurzel ein. Daher kann es zur Unterscheidung der Schallimpedanz bei vergleichbarer Dichte verschiedener Materialien herangezogen werden. Beispielsweise beträgt das Elastizitätsmodul von Stahl etwa 200 GPa, Wolfram etwa 390 GPa, konventionellen Sinterkeramiken etwa 200 bis 400 GPa, plasmagespritzten Keramiken etwa 3 bis 16 GPa und von Aluminiumtitanat etwa 15 bis 30 GPa. Damit sind Impedanzsprünge um den Faktor 5 bis 25 ohne weiteres möglich.

b) Eine Auslöschung durch Interferenz kann erreicht werden, wenn die Dicke der besonderen Keramik bei Mehrfachreflexion an ihren beiden Grenzflächen die Auslöschungsbedingung erfüllt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn die Dicke ein Viertel der Wellenlänge einer Schallwelle in der besonderen Keramik beträgt. Für plasmagespritzte Keramik ist dies beispielhaft je nach Material bei einer Dicke von 0,6 bis 1,6 mm, für Aluminiumtitanat bei 1,5 bis 2 mm der Fall, wenn die Ultraschallfrequenz 1,5 MHz beträgt.

c) Die Schalldämpfung oder Absorption beim Schalldurchgang ist bei den genannten besonderen Keramiken durch das stark gestörte Kristallitgefüge sehr gut. Dabei eignen sich ungeglühte Plasmakeramiken besser als gegläute, da letztere in ihren Eigenschaften wieder nahe an konventionelle Keramiken rücken.

Die Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit der besonderen Keramiken ist ebensogut wie die der entsprechenden konventionellen Keramiken. Sie sind also für Messungen der Prozeßtechnik hervorragend geeignet. Hierin ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber Elastomer-Materialien zu sehen, die bei Meßaufnehmern in der Prozeßtechnik wegen ihrer schlechten Temperaturbeständigkeit und Unbeständigkeit gegen Chemikalien, z. B. Lösungsmitteln oder Säuren, häufig nicht verwendbar sind. Sehr gut chemikalienbeständige und gut temperaturbeständige Dichtungen aus PTFE oder verwandten Materialien dichten aber wegen ihrer ausgeprägten Kriecheneigenschaft nur bei vollständiger konstruktiver Umschließung dauerhaft ab. Diese Umschließung aus festem, somit weniger gut schalldämpfendem Material würde aber wieder einen Pfad für den unerwünschten Körperschall eröffnen.

Die schalldämpfende Wirkung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist auch besser als eine Beschichtung oder Verkleidung des Meßrohrs eines Durchflußmessers mit einem geeigneten schwingungsdämpfenden Kunststoff, bei welcher der Körperschall lediglich etwa um den Faktor 2 bis 4 gedämpft wird. Für eine ausreichend geringe Meßwertverfälschung reicht diese Dämpfung nicht aus. Zudem begrenzt der Einsatz von Kunststoffen im allgemeinen die zulässige Höchsttemperatur. Eine Verwendung von Kunststoffen als Vollmaterial für das Meßrohr würde zwar eine ausreichende Körperschalldämpfung bewirken, jedoch steht dieser Maßnahme bis auf wenige Ausnahmen die geringe Temperatur- und Chemikalienfestigkeit der Kunststoffe entgegen. Da die akustische Schallimpedanz von Flüssigkeiten etwa der von Kunststoffen entspricht, verfügen mit Schallreflexionen arbeitende Ultraschall-Meßverfahren, z. B. die bekannte W-Anordnung, nach mehrmaligen Reflexionen auch an höchstgefüllten Kunststoffrohren nicht mehr über ein ausreichendes Empfangssignal.

Dagegen bietet die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Möglichkeit, Ultraschallwandler in ein Meßrohr druckfest, temperaturfest, chemikalienbeständig, dicht, körperschalldämpfend und gegebenenfalls fugenfrei einzubauen. Die Chemikalienbeständigkeit dieser besonderen Keramiken ist ebensogut wie die der entsprechenden konventionellen. Zudem sind diese Keramiken sehr gut temperaturfest im Bereich der Prozeßtechnik und dabei sehr temperaturschockbeständig. Druckfestigkeit und Fugenfremheit richten sich nach der speziell gewählten Art des Einbaus.

Anhand der Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind, werden im folgenden die Erfindung sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung mit einem durch Einschrumpfen befestigten Ultraschallwandler,

Fig. 2 bis 6 Vorrichtungen zur Aufnahme eines Ultraschallwandlers mit seitlichem Flansch,

Fig. 7 eine Vorrichtung mit einem Ultraschallwandler mit Außengewinde,

Fig. 8 eine Vorrichtung mit einem Wandler mit Konussitz,

Fig. 9 und 10 Vorrichtungen mit körperschalldämpfend vorbereiteten Meßrohren und

Fig. 11 und 12 Vorrichtungen mit körperschalldämpfend vorbereiteten Wandlern.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung mit einem Ultraschallwandler dargestellt, der aus einem piezoaktiven Element 1 in einem becherförmigen Topf 2 besteht. Die Außenseite des Topfes 2 ist durch Plasmaspritzen mit Plasmakeramik 3 versehen und anschließend so bearbeitet, daß ein vorgegebener Außendurchmesser sehr genau eingehalten wird. Auch der Innendurchmesser eines im wesentlichen zylinderförmigen Fortsatzes 4 der Meßrohrwandung 5 ist mit enger Toleranz eingehalten, so daß eine Passung entsteht, die es erlaubt, den beschichteten, kalten Ultraschallwandler in den Fortsatz 4 eines erwärmten Meßrohres einzusetzen. Nach Erkalten des Meßrohres ist der Wandler fest eingeschrumpft. Die gute Temperaturschockbeständigkeit der meisten plasmagespritzten Keramiken verhindert bei diesem Vorgehen eine Zerstörung der Keramik. Ein weiterer Vorteil ist die fugenfreie Verbindung zwischen Wandlertopf 2 und Plasmakeramik 3 und weiter zum Fortsatz 4 der Meßrohrwandung 5. Die zum Einschrumpfen notwendige Temperatur richtet sich nach dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Rohrmaterials, der Festigkeit der Plasmakeramik 3, der Dicke des Fortsatzes 4, der Reibungszahl der Plasmakeramik 3 und des Fortsatzes 4, dem maximalen Druck des durch das Meßrohr fließenden Mediums, dem Durchmesser des Wandlertopfes 2 und der maximalen Mediumtemperatur.

In Fig. 2 ist das piezoaktive Element 6 eines Ultraschallwandlers in einem Topf 7 untergebracht, der einen umlaufenden Flansch 8 aufweist. Ein als separates Teil vorliegender, an seiner Ober- und Unterseite plangeschliffener Ring 9 dient als Dichtung und zur Körperschallisolierung. Dieser Ring 9 kann aus Plasmakeramik, aber auch aus der Sinterkeramik Al_2TiO_5 gefertigt sein. Die Vorrichtung weist weiterhin eine Kappe 10 auf, die mit in der Zeichnung nicht sichtbaren Schrauben an einem Meßrohr 11 befestigt wird. Um zu verhindern, daß die aus körperschalleitendem Material gefertigte Kappe 10 einen Körperschallweg zum Meßrohr 11 eröffnet, ist ein zweiter Ring 12 vorgesehen, der Kappe 10 und Flansch 8 des Topfes 7 gegeneinander isoliert. Dieser zweite Ring 12 kann ebenfalls aus Plasmakeramik oder einer geeigneten Sinterkeramik, aber auch aus jedem anderen körperschalldämpfenden Material bestehen, das die mechanischen Anforderungen erfüllt. Da sich der zweite Ring 12 außerhalb des Meßmediums befindet und keinerlei Kontakt zu diesem hat, werden an seine Chemikalienbeständigkeit keine besonderen Ansprüche gestellt. Radial sind Kappe 10 und Flansch 8 durch einen Luftspalt 13 voneinander getrennt. Dieser kann aber auch durch ein beliebiges schalldämpfendes Material gefüllt sein. Neben der beschriebenen Befestigungsart der Kappe 10 auf dem Meßrohr 11 sind weitere lösbare Befestigungsarten, aber auch nichtlösbare wie z. B. Verschweißen mit dem Meßrohr 11 möglich.

Der Wandlertopf 14 eines Ultraschallwandlers mit einem piezoaktiven Element 15 in Fig. 3 besitzt ebenfalls einen Flansch, der erfindungsgemäß durch einen Ring 16 aus besonderer Keramik körperschalldämpfend gegen ein Meßrohr 17 gelagert ist. Eine Kappe 18 ist jedoch selbst aus körperschalldämpfendem Material, beispielsweise aus besonderer Keramik oder Kunststoff, gefertigt. Vorteilhaft kann dadurch ein Spalt zwischen Flansch und Kappe 18 sowie ein zweiter Ring entfallen. Eine Verschweißung der Kappe 18 mit dem Meßrohr 17 ist in dieser Ausführungsform aufgrund verschiedener Materialien im allgemeinen nicht möglich.

Fig. 4 zeigt ein piezoaktives Element 19 mit einem Topf 20, dessen Form demjenigen in Fig. 2 ähnelt. Er ist in der Vorrichtung wieder zwischen zwei schalldämpfenden Ringen 21 und 22 gelagert. Abweichend von der

Ausführungsform nach Fig. 2 wird in Fig. 4 eine Kappe 23 jedoch nicht direkt an einem Meßrohr befestigt, sondern weist selbst ein Außengewinde auf, durch das sie an einem zylinderförmigen Fortsatz 24 eines Meßrohrs 25, der mit einem korrespondierenden Innengewinde versehen ist, eine Schraubverbindung herstellt.

In Fig. 5 besteht eine Kappe 26 wiederum aus körperschalldämpfendem Material, so daß gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 4 auf einen zweiten körperschalldämpfenden Ring zwischen Kappe 26 und Topf 27 mit piezoaktivem Element 28 verzichtet werden kann. Erfindungsgemäß dient auch hier ein Ring 29 aus einer besonderen Keramik zur schalldämpfenden Lagerung des Wandlertopfes 27 gegen ein Meßrohr 30.

Die in Fig. 6 dargestellte Vorrichtung entspricht der in Fig. 5 gezeigten; gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Jedoch weist hier ein Ring 31 aus einer besonderen Keramik eine Nut für einen weiteren Dichtungsring 32 auf, der in dieser Vorrichtung allseitig umschlossen ist und damit nicht kriechen kann. Diese Dichtung kann beispielsweise aus PTFE bestehen und verbessert die Dichteigenschaften des Rings 31.

In Fig. 7 ist auf einen Topf 33 mit einem piezoaktiven Element 34 eine Schicht 35 aus Keramik durch Plasmaspritzen aufgetragen. Diese Schicht 35 ist mit einem Außengewinde versehen, mit welchem der Ultraschallwandler in ein dazu korrespondierendes Innengewinde eines Fortsatzes 36 eines Meßrohres 37 eingeschraubt ist. Diese Verschraubung stellt eine dichte Verbindung zwischen dem plasmabeschichteten Wandler 34 und dem Fortsatz 36 des Meßrohres 37 her. Zusätzlich ist ein allseitig umschlossener Dichtring 38 vorgesehen, der bei genügender Dichtwirkung der Plasmakeramik 35 entfallen kann.

In Fig. 8 ist ein Topf 39 mit einem piezoaktiven Element 40 ebenfalls erfindungsgemäß in einer besonderen Keramik 41 gelagert. Die Keramik 41 ist konisch geformt und in einen dazu korrespondierenden konischen Sitz eines im wesentlichen zylinderförmigen Fortsatzes 42 eines Meßrohres 43 eingepreßt. Der Fortsatz 42 ist durch eine Kappe 44 aus körperschalldämpfendem Material verschlossen, die beispielsweise durch in Fig. 8 nicht sichtbare Schrauben befestigt ist.

Die Vorrichtung nach Fig. 9 ist derjenigen in Fig. 5 ähnlich, so daß für gleiche Teile wieder gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Ein Ring 45 aus einer besonderen Keramik ist hier nicht als separates Teil ausgeführt, sondern fest mit dem Meßrohr 30 verbunden. Dazu wird das Meßrohr 30 an den Stellen, an denen später der Wandler aufsitzt, durch Aufspritzen mit Plasmakeramik versehen. Durch Planschleifen wird eine Dichtfläche zum Flansch des Topfes 27 hin erzeugt. Auf dieser Fläche liegt der Flansch auf, und die Kappe 26 verschließt den Einbauplatz des Wandlers.

In einer abgewandelten Ausführungsform nach Fig. 10 ist nicht nur die Stelle, an welcher der Wandler aufsitzt, sondern das gesamte Meßrohr 30 oder ein großer Teil davon außen mit Plasmakeramik 46 versehen. Durch Planschleifen an den Stellen, die zur Dichtung des Wandlereinbauplatzes dienen sollen, wird eine Dichtfläche erzeugt. Der Verbund der Plasmakeramik 46 mit dem Meßrohr 30 dämpft das schwingfähige Meßrohrmaterial und sorgt daher für zusätzliche Körperschalldämpfung.

Bei der in Fig. 11 dargestellten Vorrichtung ist im Unterschied zur Vorrichtung nach Fig. 9 nicht das Meßrohr 30, sondern der Flansch des Topfes 27 erfindungsgemäß mit einer Beschichtung einer besonderen Kera-

mik 47 versehen. Nach Planschleifen der Dichtfläche wird der Wandler gemeinsam mit dem Keramikring 47 zur Körperschalldämpfung auf das Meßrohr 30 gesetzt, so daß in diesem Ausführungsbeispiel der Ultraschallwandler nur als ein Teil am Meßrohr 30 zu montieren ist.

Besonders vorteilhaft können Merkmale der Ausführungsformen nach den Fig. 1 und 11 zur in Fig. 12 dargestellten Vorrichtung kombiniert werden, bei der neben dem Flansch des Wandlertopfes 27 auch der dem Meßrohr 30 zugewandte Teil der Mantelfläche des Wandlertopfes 27 erfindungsgemäß mit einer Schicht einer besonderen Keramik 48 versehen ist. In diesem Ausführungsbeispiel wird der mit Keramik 48 beschichtete Wandlertopf 27 fugenfrei in eine dafür vorgesehene Öffnung des Meßrohres 30 eingeschrumpft. Im Vergleich zu der Ausführungsform nach Fig. 1 ist hier eine niedrigere Temperatur und ein geringerer mechanischer Aufwand zum Einschrumpfen erforderlich, da die Druckfestigkeit durch die Kappe 26 erreicht wird. Wie bei der Ausführungsform nach Fig. 11 ist auch hier der Wandler einteilig zu montieren.

Falls gewünscht, beispielsweise für die bekannte W-förmige Schallführung eines Ultraschall-Durchflussmessers, ist es bei allen Ausführungsformen durch geeignete Auslegung der Vorrichtung oder des Ultraschallwandlers auf einfache Weise möglich, den Ultraschall in Schrägrichtung in das Meßmedium zu senden oder aus diesem zu empfangen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufnahme eines Schallwandlers (27, 28), die zur akustischen Kopplung des Schallwandlers (27, 28) mit einem Meßmedium an einer Öffnung einer das Meßmedium begrenzenden Wandung anbringbar ist und in welcher der Schallwandler (27, 28) zur akustischen Entkopplung von der Wandung in einem keramischen Material (47) gelagert ist, dessen Elastizitätsmodul weniger als 50 GPa beträgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß das keramische Material durch Plasmaspritzen hergestellt ist und
 - daß sein Elastizitätsmodul weniger als 16 GPa beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die plasmagespritzte Keramik Korund, Mullit oder Zirkon enthält.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß das keramische Material (47) gesinteres Aluminiumtitanat ist und
 - daß sein Elastizitätsmodul in Schallausbreitungsrichtung weniger als 30 GPa beträgt.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - daß das keramische Material (47) selbst in einem Trägermaterial (30) gelagert ist, dessen akustische Impedanz von derjenigen des keramischen Materials (47) verschieden ist, und
 - daß somit an der Grenzfläche beider Materialien (30, 47) ein sprunghafter Übergang der akustischen Impedanz vorhanden ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
 - daß das keramische Material (47) als

Schicht zwischen Schallwandler (27, 28) und Trägermaterial (30) ausgebildet ist, deren Dicke etwa ein Viertel der Wellenlänge der Schallwellen im keramischen Material (47) beträgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

— daß mehrere Schichten unterschiedlicher akustischer Impedanz in Schallausbreitungsrichtung nach Art eines Sandwich-Aufbaus hintereinander angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

— daß zur Aufnahme des Schallwandlers (14, 15) eine becherförmige Kappe (18) aus schalldämpfendem Material vorgesehen ist mit einem Innendurchmesser, der größer als der Durchmesser der Öffnung in der Wandung (17) ist und koaxial über dieser auf der Wandung (17) befestigbar ist, so daß der Schallwandler (14, 15) gegen die Wandung (17) gedrückt wird, und

— daß die Oberflächenbereiche des Schallwandlers (14, 15), welche sich im Bereich der Wandung (17) befinden, mit dem keramischen Material (16) beschichtet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

— daß zur Aufnahme des Schallwandlers (27, 28) ein hohlzylinderförmiger Fortsatz vorgesehen ist mit einem Innendurchmesser, der größer als der Durchmesser der Öffnung ist und koaxial über dieser auf der Wandung angeordnet ist, und

— daß die der Öffnung abgewandte Seite des Hohlzylinders mit einer Kappe (26) aus schalldämpfendem Material verschließbar ist, die so ausgebildet ist, daß der Schallwandler (27, 28) im geschlossenen Zustand gegen die Wandung (30) gedrückt wird.

10. Ultraschall-Durchflußmesser mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche an einem vom Meßmedium durchflossenen Meßrohr (30).

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

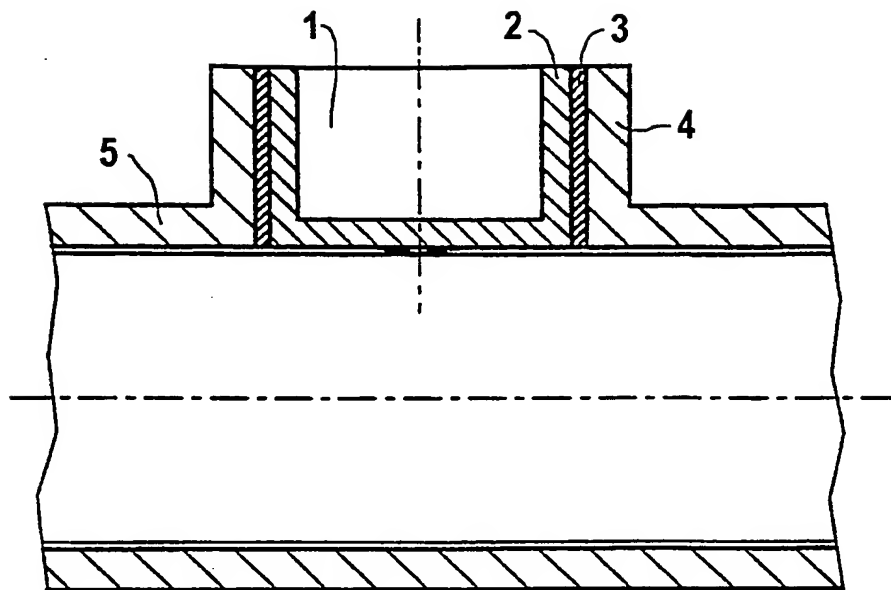


FIG 1

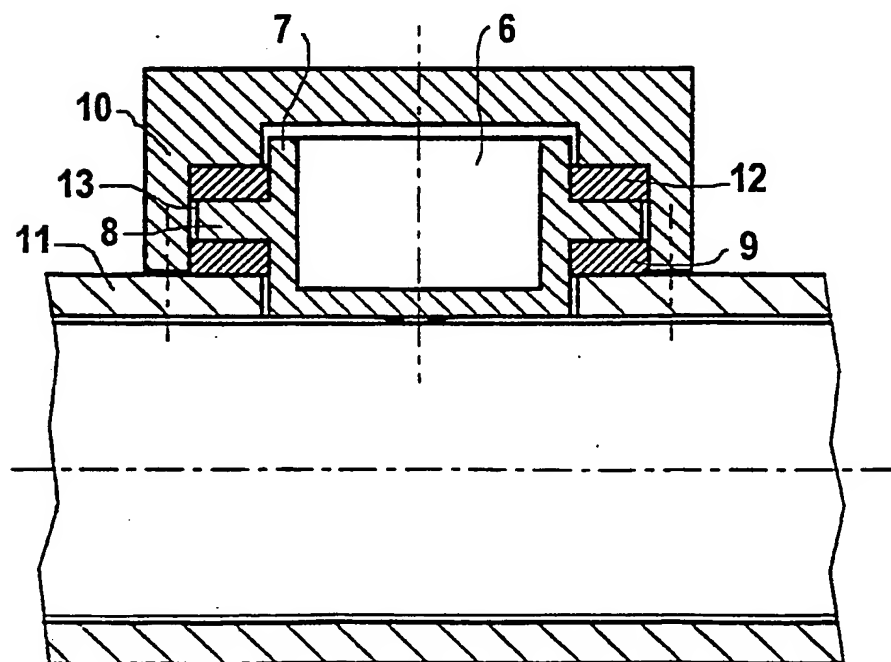


FIG 2

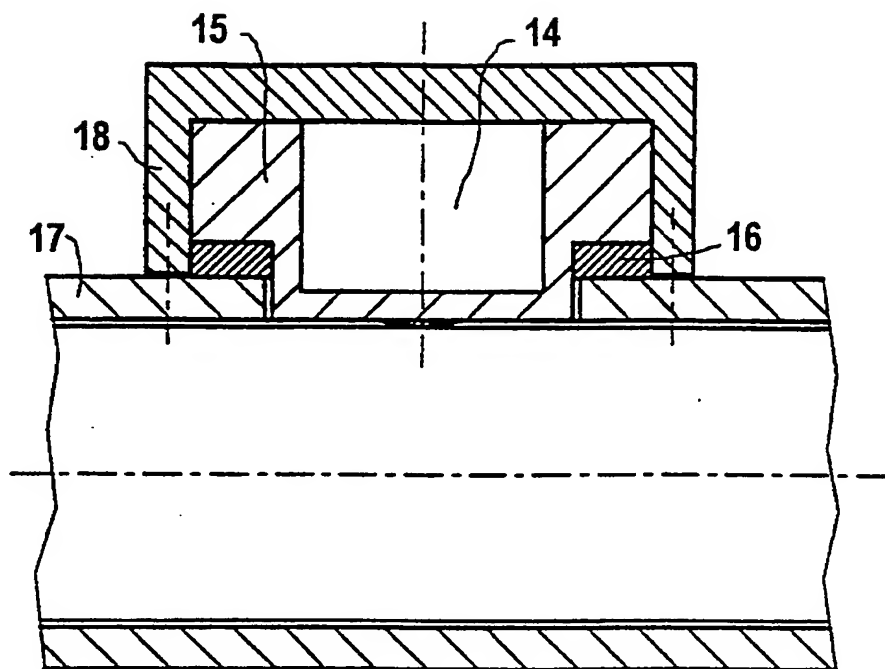


FIG 3

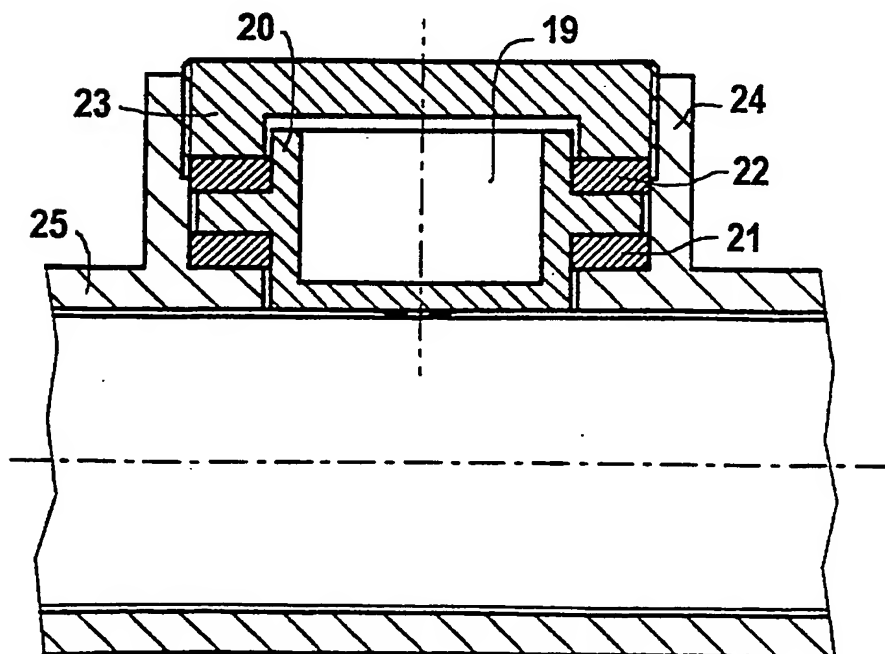


FIG 4

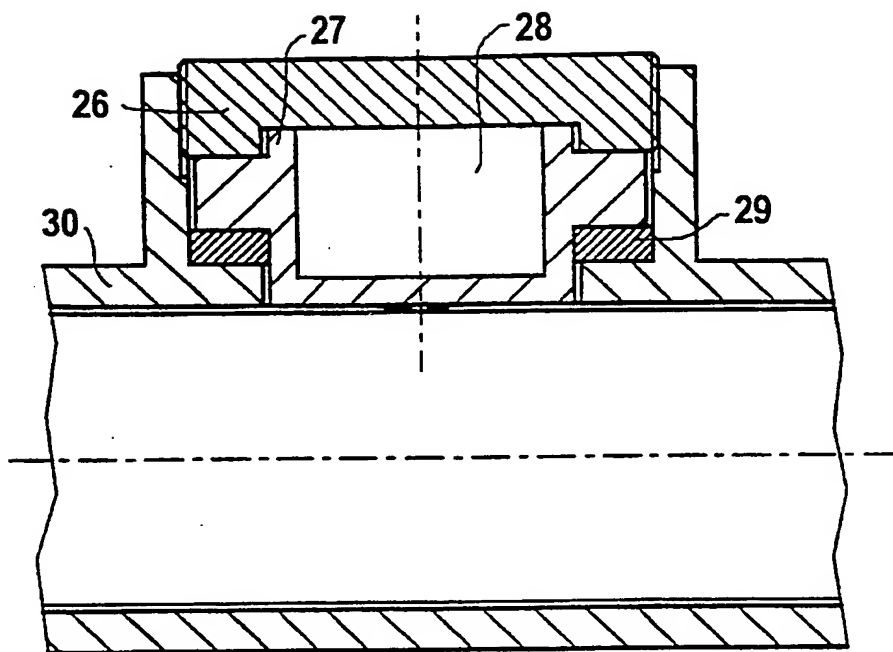


FIG 5

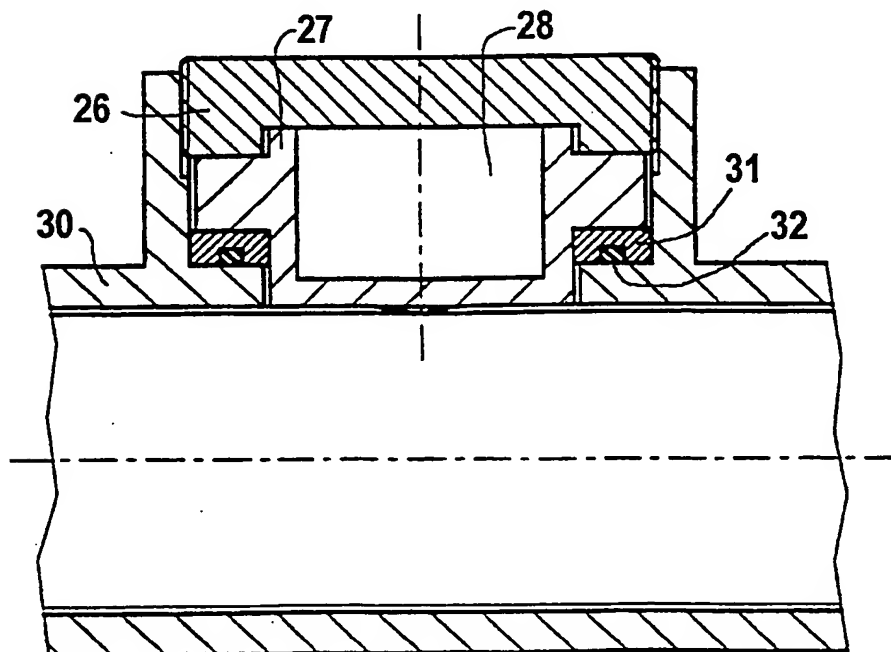


FIG 6

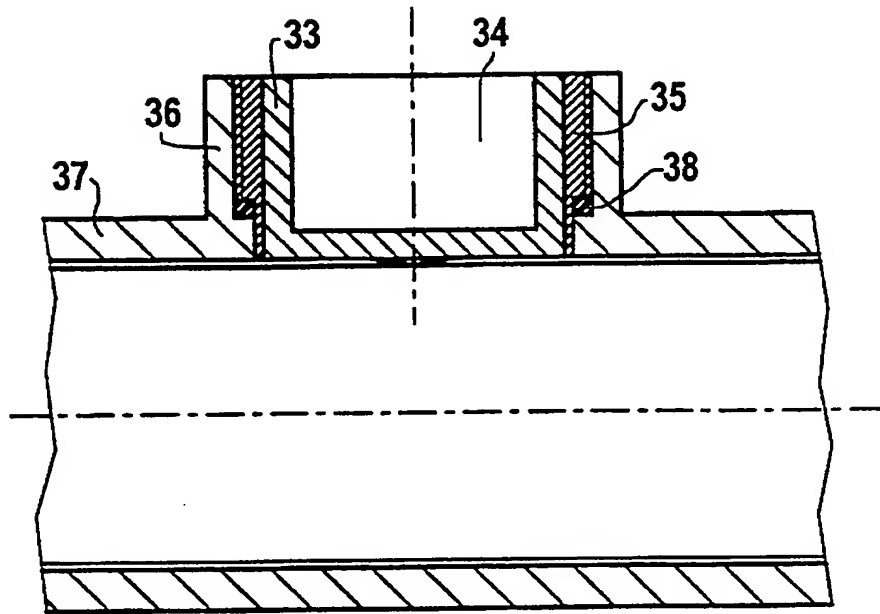


FIG 7

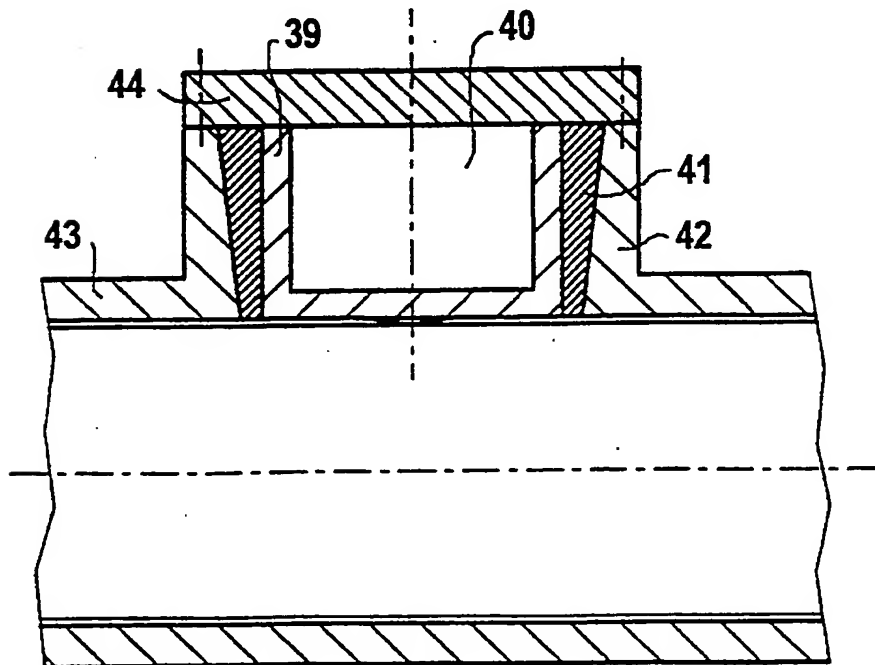


FIG 8

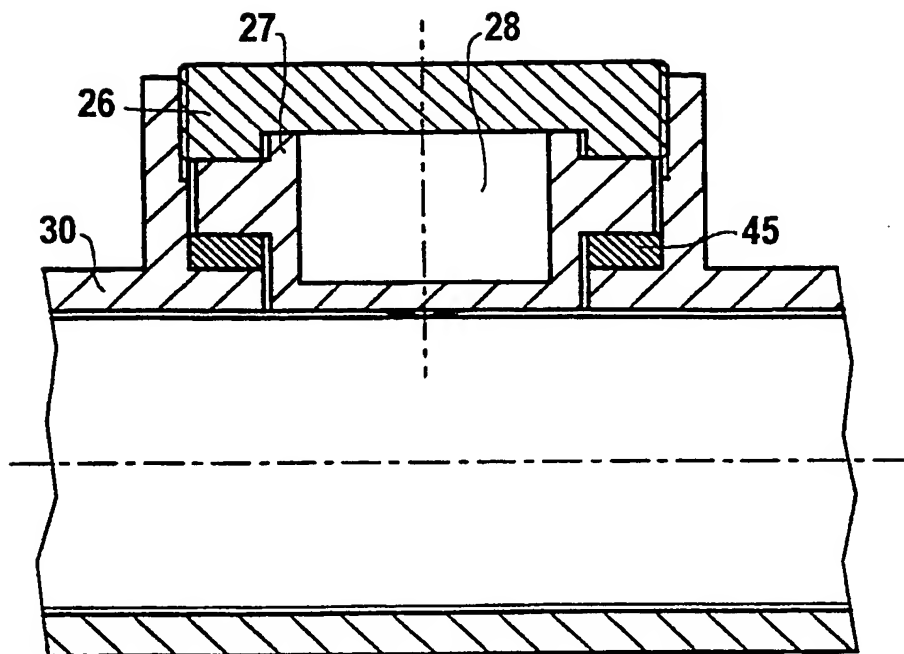


FIG 9

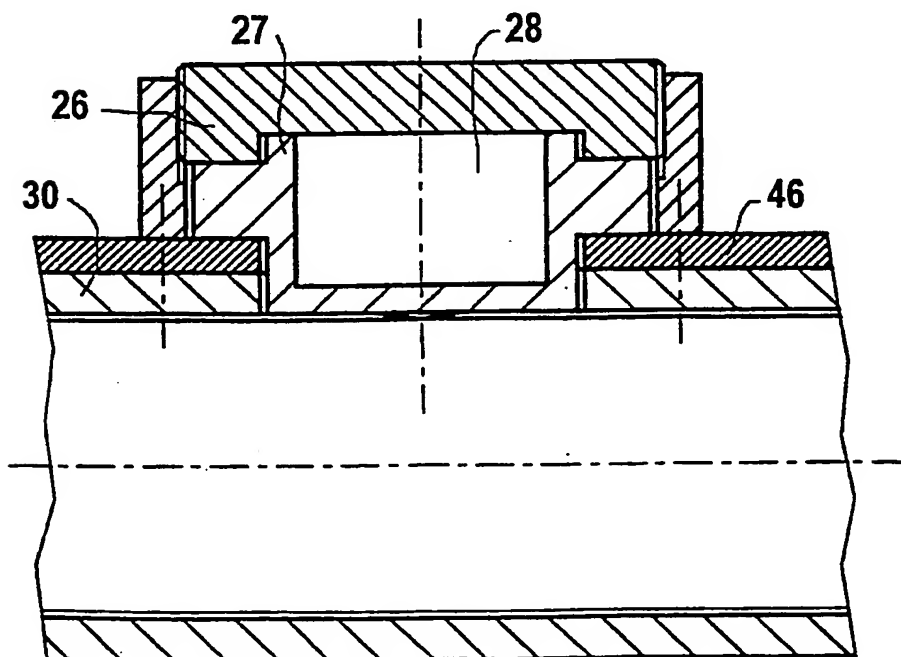


FIG 10

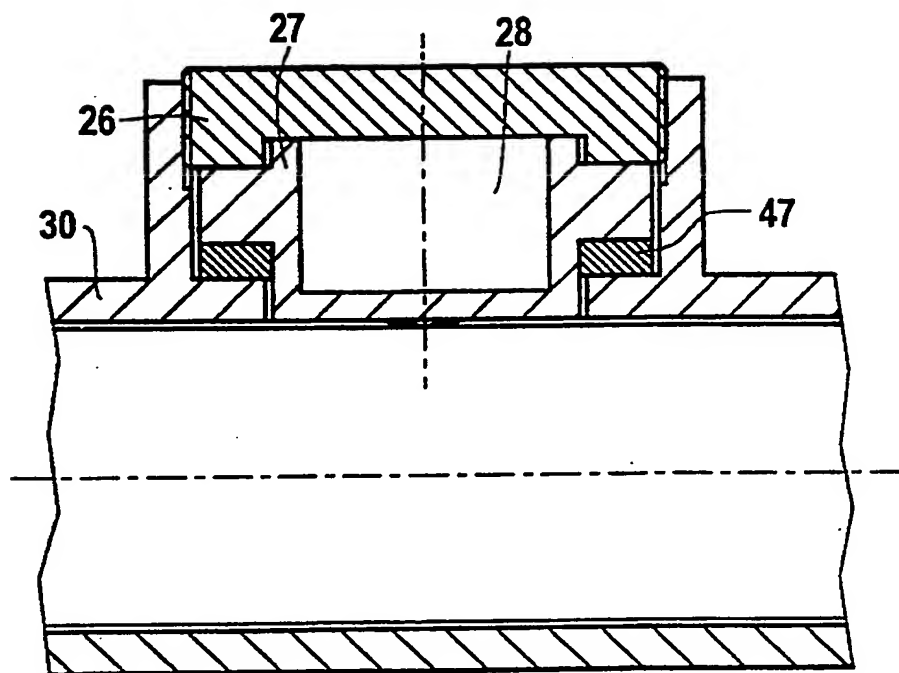


FIG 11

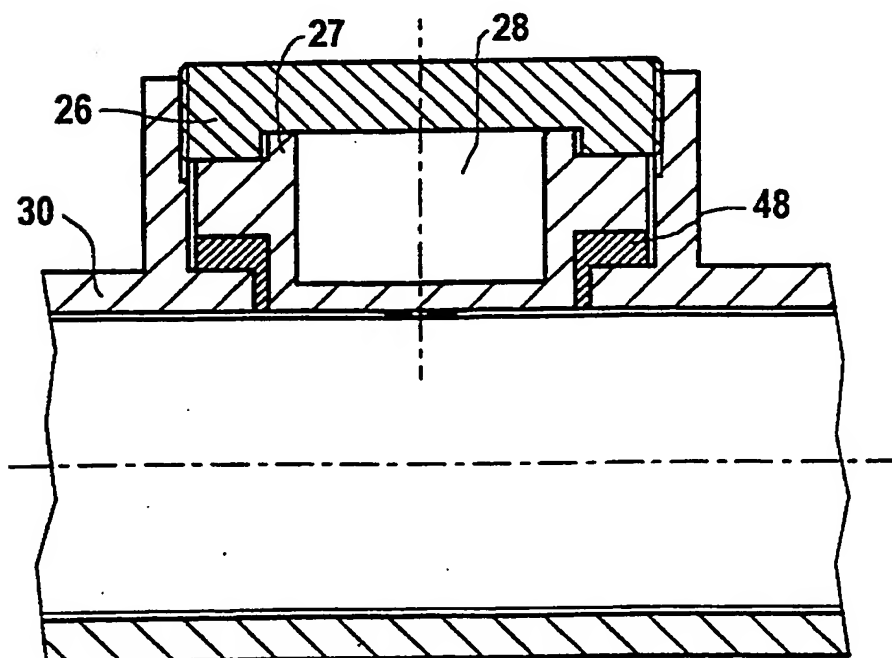


FIG 12